974

366

Guy GEOFFROY

La Téléthermovision Dynamique dans les Sarcomes osseux et des tissus mous

Thèse pour le Doctorat en Médecine

Marseille 1974

FACULTE DE MEDECINE DE MARSEILLE

TELETHERMOVISION DYNAMIQUE DANS LES SARCOMES OSSEUX ET DES TISSUS MOUS

THESE

présentée et publiquement soutenue
devant la Faculté de Médecine de Marseille

Le 19 Novembre 1974

par

Guy GEOFFROY

né le 24 Mars 1944
à SAINT-AFFRIQUE (Aveyron)

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Examinateurs de la thèse :

Monsieur le Professeur SERAFINO, président
Monsieur le Professeur LAVAL, assesseur
Monsieur le Professeur Agrégé GABRIEL, assesseur
Monsieur le Professeur Agrégé KLEISBAUER, assesseur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

FACULTE DE MEDECINE DE MARSEILLE

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Doyen : M. TOGA.

Doyens honoraires : MM. G. MORIN, H. GASTAUT, H. ROUX.

Assesseurs : MM. G. SERRATRICE, H. PAYAN, R. DEVIN, G. COTTE, J.-L. CODACCIONI, F. GIRAUD.

Conseiller, responsable des Services Administratifs : M. P. MOUCHET.

Professeurs honoraires : MM. ROCHE, de VERNEJOUL, GIRAUD, PIERI, BLANC, MOSINGER, IMBERT, PLASSE, DUMON, HADIDA, RAYBAUD, SAUTET.

Maîtres de conférences agrégés honoraires : MM. BUISSON, CLAUSTRE.

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs titulaires

MM.	APPAIX	Clinique oto-rhino-laryngologique
	AUBRESPY	Chirurgie infantile
	AUDIER	Clinique médicale B et gérontologie
	BERNARD P. M. ...	Médecine interne
	BERNARD R.	Clinique médicale infantile
	BOUDOURESQUES	Clinique de neurologie
	BOUYARD	Pharmacologie
	CARCASSONNE M.	Chirurgie pédiatrique

MM. CARCASSONNE Y. Clinique des maladies du sang
CASANOVA P. ... Clinique des maladies infectieuses
CHARPIN . ..... Clinique pneumo-phtisiologique
CHEVROT . ..... Electroradiologie
CODACCIONI ..... Endocrinologie et métabolisme
CORRIOL ..... Physiologie
DEPIEDS ..... Immunologie
DERRIEN ..... Chimie biologique
DESANTI ..... Médecine sociale
DEVIN ..... Séméiologie chirurgicale
DONNET ..... Médecine expérimentale
DOR J. ..... Clinique de chirurgie thoracique
N. ..... Physique
DUCASSOU ..... Clinique urologique
FARNARIER ..... Ophtalmologie
GAMBARELLI ..... Anatomie
GASTAUT . ..... Neuro-physiologie clinique
GERARD ..... Thérapeutique
GEVAUDAN ..... Hygiène et médecine sociale
GRANJON . ..... Pathologie chirurgicale
GRISOLI ..... Anatomie topographique et appliquée
GUERINEL ..... Anatomie et chirurgie générale
HOUEL ..... Chirurgie thoracique et chirurgie du cœur
JAYLE ..... Clinique ophtalmologique
JOUVE ..... Clinique cardiologique et cardiologie expérimentale
JULLIEN ..... Médecine légale et médecine du travail
LACHARD ..... Clinique de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale
LAFFARGUE ..... Anatomie-pathologique
LAMY . ..... Clinique chirurgicale
LAVAL ..... Physiopathologie des voies respiratoires
LEGRE ..... Electroradiologie
LENA ..... Clinique chirurgicale C générale et vasculaire
LISSITZKY ..... Biochimie médicale
MICHOTEY ..... Clinique chirurgicale A
MONGES H. ..... Clinique des maladies des voies digestives et de la nutrition
MONGIN ..... Séméiologie médicale
MONTIES ..... Chirurgie expérimentale
MOUREN ..... Pathologie interne
ORSINI ..... Pédiatrie

MM. PAILLAS ..... Clinique neuro-chirurgicale
PAYAN ..... Anatomie-pathologique
PENE . ..... Clinique exotique
PICARD . ..... Histologie et embryologie I
RANQUE ..... Parasitologie
REBOUD ..... Chirurgie générale
RECORDIER ..... Clinique rhumatologique
ROUX ..... Physique médicale
RUF ..... Gynécologie obstétrique
SALAMON ..... Neuroradiologie
N. ..... Clinique chirurgicale infantile et orthopédie
SARLES ..... Gastro-entérologie
SEITE ..... Biologie cellulaire et histologie
SERAFINO ..... Clinique et épidémiologie des cancers
SERMENT ..... Clinique obstétricale et gynécologique
SIMONIN ..... Clinique médicale
STAHL ..... Histologie et embryologie II
SUTTER ..... Clinique psychiatrique
TAMALET ..... Microbiologie
TEMIME ..... Dermato-vénéréologie
TISSIE ..... Oto-rhino-laryngologie
TOGA ..... Anatomie-pathologique
TRIFAUD ..... Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice de l'adulte
VAGUE ..... Clinique d'endocrinologie
VITRY ..... Histoire et cytopathologie
ZWIRN ..... Physiologie

Professeurs sans chaire

MM. BUREAU
COTTE
DALMAS
FARISSE
GASCARD
GIRAUD
GRIMAUD

M. IMBERT
Mme JOUVE
MM. LOUCHET
LOUIS
MILLET
MONGES A.
MURATORE

MM. NICOLI
PADOVANI
ROLLAND
SEDAN
SERRATRICE
TATOSSIAN

Maîtres de conférences agrégés

MM. ACQUAVIVA
ALDIGHIERI
ARGEME
ASSADOURIAN
AUBERT
BAILLE
BARDOT
BATTESTI
BERGOIN
BERNARD P.-J.
BIMAR
BLANC
BORY
BOUTIN
BOUYALA
BOYER
BREMOND
CANNONI
CARTOUZOU
CHARREL
CLEMENT J.-P.
CLEMENT R.
COMBALBERT
DELBOY
DERLON
DUFOUR
ERNY

MM. FIGARELLA
FOURNIER
FRANCOIS
GABRIEL
GALINIER
GARCIN
GAUTHIER
GEROLAMI-SANTANDREA
GOUIN
GROULIER
HUGUET
JOUGLARD
JUHAN
KAPHAN
KASBARIAN
KHALLIL
KLEISBAUER
LEBREUIL
LUCCIONI
LUCIANI
MALMEJAC
MERCIER
METGE
MICHEL-BECHET
MIRANDA
MURISASCO
OHRESSER

MM. OLMER
PAPY
PELOUX
PERRIMOND
PIANA
PICAUD
Mlle PINSARD
MM. POGGI
POINSO
PRIVAT
QUILICI
RAYBAUD
RICHAUD
ROCHAT
ROHNER
ROUX
SALDUCCI
SARACCO
SARLES J.-C.
Mme SAYAG
MM. SCOTTO
SERRADIMIGNI
SOULAYROL
SPITALIER
TARANGER
TORRESANI
UNAL
VAGUE Ph.

Maîtres de conférences agrégés associés

MM. CAIN
SCIALFA
TISCORNIA

Agrégés libres

MM. BERNARD
BERTHIER
BOURRET
BRICOT

MM. CHAUVIN
COIGNET
COMITI
COURBIER

MM. FIGARELLA
GARES
JEAN
OLLIVIER
OURGAUD

A BEATRICE,

A CELINE,

A MA MERE,

A MON PERE,

A MA FAMILLE,

A MA BELLE FAMILLE,

A MES AMIS.

A notre président de thèse

Monsieur le Professeur SERAFINO

Vous nous faites un très grand honneur de présider notre jury de thèse, nous vous en remercions.

Votre autorité internationale en cancérologie renforce notre humilité et nous sollicitons votre bienveillance pour juger ce travail.

Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect.

A notre jury de thèse

Monsieur le Professeur LAVAL

Nous avons pu, dans votre service, apprécier la clarté de votre enseignement et votre imemnse savoir.

Vous nous faites l'honneur de bien vouloir juger ce travail.

Qu'il nous soit permis de vous exprimer ici notre profonde gratitude.

Monsieur le Professeur Agrégé GABRIEL

Vous avez accepté avec infiniment de courtoisie de nous faire l'honneur de siéger dans notre jury de thèse.

Nous vous en remercions.

Monsieur le Professeur Agrégé KLEISBAUER

Votre jeunesse et un dynamisme débordant complètent des capacités de travail et une étendue de connaissances illimitées.

Puisse ce travail vous exprimer notre admiration.

PLAN

I. INTRODUCTION

II. BASES PHYSIQUES

III. BASES PHYSIOPATHOLOGIQUES

IV. LA TELETHERMOGRAPHIE DES SARCOMES

- *A.* Classification des sarcomes
- *B.* Matériel d'étude
- *C.* Conduite de l'examen thermovisuel
- *D.* Classification thermovisuelle des sarcomes
- *E.* Résultats
- *F.* Intérêt et discussion

V. LES OBSERVATIONS

VI. CONCLUSIONS

VII. BIBLIOGRAPHIE

I. – INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, on assiste au développement, dans le domaine médical, d'une technique d'abord utilisée à des fins militaires : la thermographie, qui consiste à capter et à enregistrer le rayonnement infra-rouge émis par le corps humain.

Cette technique est applicable à tout corps dont la température est différente du zéro absolu, et qui émet donc spontanément de l'énergie infra-rouge.

Les applications médicales de la thermographie sont déjà nombreuses : en gynécologie-obstétrique, dans les affections vasculaires périphériques, en rhumatologie, en ophtalmologie et en carcinologie surtout ; en effet, les processus néoplasiques étant le siège d'une thermogénèse propre due à leur intense activité métabolique, vont produire des modifications importantes du schéma thermographique normal, dans le sens d'une hyperthermie localisée.

Le but de ce travail est de montrer que de précieux renseignements peuvent être apportés par la téléthermographie dynamique sur l'extension, l'évolutivité et le comportement après traitement des sarcomes osseux et des tissus mous, tumeurs rares, superficielles ou semi-profondes.

Depuis le mois de juin 1970, nous avons examiné dans le service de thermovision du Docteur Amalric, à l'Institut J. Paoli-I. Calmettes, et dans deux cliniques, 60 sarcomes osseux et des tissus mous.

Nous étudierons successivement les bases physiques et physio-pathologiques de la méthode et les résultats de nos observations.

II. – BASES PHYSIQUES

I. LE RAYONNEMENT INFRA-ROUGE

A. Les sources de rayonnement :

a) Le corps noir ;

b) Les lois d'émission ;

c) Les corps émetteurs d'infra-rouges.

B. La détection du rayonnement :

a) Détecteurs non sélectifs ;

b) Détecteurs sélectifs.

II. INFRA-ROUGE ET DIAGNOSTIC

A. La thermographie de contact.

B. La téléthermographie :

a) La téléthermographie statique ;

b) La téléthermographie dynamique ou téléthermovision

1. Appareillage et principe de fonctionnement,
2. Caractéristiques,
3. Les différentes caméras,
4. La caméra Aga-Thermovision,
5. La salle de thermographie.

II. – BASES PHYSIQUES

I. – Le rayonnement infra-rouge

L'infra-rouge, invisible pour l'œil humain, est un rayonnement électromagrétique qui possède toutes les propriétés physiques de la lumière : propagation, diffusion, diffraction, etc...

Ce rayonnement se situe en fonction de sa longueur d'onde λ dans la région spectrale comprise entre la lumière visible et les ondes hertziennes.

Le spectre infra-rouge peut être subdivisé en trois parties qui ont reçu conventionnellement les noms de

— infra-rouge proche ..... $0{,}75 < \lambda < 1{,}5$
— infra-rouge moyen ..... $1{,}5 < \lambda < 10$
— infra-rouge lointain ..... $\lambda > 10$

A. — LES SOURCES DE RAYONNEMENT

Le rayonnement infra-rouge ne nécessite pas, pour se propager, la présence d'un support matériel. Il se propage dans le vide.

a) Le corps noir.

Tout corps ayant une température différente de cette du zéro absolu (—273, 15° c) émet un rayonnement électromagnétique.

Par définition, un corps noir est un corps qui absorbe intégralement tout le rayonnement reçu par sa surface.

Le corps noir est également capable de restituer totalement les radiations absorbées.

b) Les lois d'émission

- *LOI DE PLANCK*

La brillance énergétique W λ (énergie rayonnée par un corps noir, par unité de surface, dans un intervalle de longueur d'onde unité, et dans un angle solide de 2) est, à la température absolue T :

$$W = \frac{C1}{\lambda 5\ (\exp\ C2/T-1}$$

Planck aboutit à cette formule synthétique où l'énergie d'un rayonnement lumineux ou calorique, sa longueur d'onde, sa température sont reliées entre elles.

● *LOI DE WIEN (loi du déplacement maximum)*

La longueur d'onde λm pour laquelle l'énergie rayonnée par un corps noir à une température T est maximale, est donnée par la relation :

$$\lambda m.\ T = 2897\ \cdot K.$$

Pour le corps humain dont la peau est à une température, habituellement, de 32°-33°, ceci donne un maximum de l'ordre de 9,5 .

● *LOI DE STEPHAN-BOLTZMANN*

La radiance énergétique (énergie rayonnée dans tout le demi-espace par unité de temps et d'aire) $R^\circ T$ du corps noir a pour expression

$$R^\circ T = \sigma.\ T4$$

σ : constante de Stephan-Boltzmann = 5,68. 10 —8 joule. 0. —4. m —2. Sec —1.
T : température.

c) Les corps émetteurs d'infra-rouges

Tous les corps chauffés émettent de l'énergie suivant des lois qui se rapprochent des lois précédentes.

Leur brillance énergétique est toujours plus petite que la brillance énergétique du corps noir : ce sont des corps gris.

Le revêtement cutané ayant un pouvoir émissif égal à 0,986 ± 0,010, donc très voisin de l'unité, se comporte comme un corps noir presque parfait, pour des longueurs d'onde comprises entre 3 et 15 .

En conséquence, la surface cutanée va émettre beaucoup plus de radiations infra-rouges que n'importe quel corps environnant se trouvant à la même température. Le facteur d'émission de la peau varie avec la longueur d'onde, avec la température, avec son état de surface ; une zone de peau anormale (plaie, ulcération, croûte, présence de corps gras...) aura un facteur d'émission inférieur à celui d'une zone saine.

B. — LA DETECTION DU RAYONNEMENT

Quel que soit le type de détecteur, l'énergie incidente W se transforme en un signal électrique S. On admet que S est proportionnel à W.

Le raport S/W définit la sensibité du détecteur.

Il existe deux types de détecteurs :

— *Les détecteurs non sélectifs,* qui sont par définition utilisables quelle que soit la longueur d'onde du rayonnement reçu. Ce sont des détecteurs thermiques parmi lesquels il faut citer le bolomètre, les thermocouples et les thermopiles et le détecteur pneumatique de Golay ;

— *Les détecteurs sélectifs* ou détecteurs quantiques qui ne réagissent que sous l'action de radiations de longueur d'onde comprise entre d'étroites limites.

Ces détecteurs sont plus intéressants car ils sont à la fois très sensibles et très rapides.

N. B. — Les cristaux liquides, autre procédé de détection infra-rouge, font l'objet d'un chapitre particulier.

II. – Infra-rouge et diagnostic

A. — LA THERMOGRAPHIE DE CONTACT : LES CRISTAUX LIQUIDES

On désigne sous le nom de cristaux liquides certaines substances, comme les esters de cholestérol, par exemple, qui peuvent se présenter sous une forme physique intermédiaire entre la phase liquide et la phase solide (état mésomorphe).

Ces cristaux liquides possèdent des propriétés optiques très particulières, bien étudiées par Fergason.

Le cristal peut se présenter sous trois formes : nématique, cholestérique ou smectique.

Eclairé en lumière blanche, le film cholestérique n'a pas la même couleur suivant l'angle d'observation. Fortement éclairé et examiné sous un angle constant, sa coloration change en fonction de la température.

Le principal avantage de cette méthode, est son faible prix de revient.

Par contre, l'examen est long et compliqué, on ne peut utiliser ces cristaux, sur toutes les régions du corps (visage, muqueuses, plaies), les couleurs obtenues sont mal tranchées, leurs limites mal définies ; enfin, seules les variations de la vascularisation cutanée, qui ne sont qu'un signe d'un éventuel processus sous-jacent, sont étudiés.

B. — LA TELETHERMOGRAPHIE

Les thermographes médicaux utilisent des détecteurs ponctuels, qui captent point par point l'image émise par un objet et la transforme en énergie électrique.

a) La téléthermographie statique

La détection du rayonnement infra-rouge se fait au moyen d'un thermistor, c'est-à-dire d'un détecteur thermique qui, par son échauffement sous l'influence du rayonement, produit une énergie électrique.

L'appareil de référence est le thermographe de Barnes.

Cet appareil possède une très bonne discrimination thermique (0,08° C) et ne nécessite aucun système de refroidissement. Par contre, son inconvénient majeur est d'être lent, le temps de formation de l'image atteignant trois minutes.

b) La téléthermographie dynamique

C'est la représentation sur un écran de télévision de la carte thermique corporelle, les radiations infra-rouges étant transformées instantanément avec sensibilité et fidélité en signaux électriques qui forment, par l'intermédiaire d'un oscilloscope cathodique, des images visibles et animées, d'où la dénomination de téléthermographie dynamique.

1. — APPAREILLAGE ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'ensemble de thermovision est constitué :

— De la caméra ;

— De l'unité de visualisation.

● La CAMERA se compose :

— *D'un système optique* focalisé sur « l'objet » dont il forme l'image infra-rouge ; ce système optique est constitué par un miroir sphérique ;

— *D'un système de balayage* qui assure l'analyse point par point et ligne par ligne de l'image, par le détecteur ;

— *D'un détecteur quantique,* pièce essentielle de la caméra, constitué par un cristal d'antimoniure d'indium réfrigéré à moins 196° C par de l'azote liquide ; ce détecteur assure la transformation des signaux infra-rouges en signaux électriques.

— *D'un amplificateur.*

L'unité de visualisation qui permet entre autres de fixer les images sur des photographies, se compose :

— *D'un système électronique* qui transmet l'image sur l'écran ;

— *D'un oscillographe cathodique* base fréquence.

L'image peut aparaître sur l'écran soit en noir et blanc, le noir étant la couleur la plus chaude, soit en blanc et noir, le noir devenant la couleur la plus froide ; soit en couleur du blanc au bleu le plus foncé, le bleu étant la couleur la plus froide.

2. — CARACTERISTIQUES

● *Le pouvoir de résolution thermique*

C'est l'écart optimal de température décelable. Il constitue le paramètre fondamental de l'apareil. Il varie en fonction du domaine infra-rouge étudié.

● *Le pouvoir de résolution géométrique*

C'est la dimension minimale d'élément de surface résolu dans le plan de mise au point de l'objet. Il sera meilleur si le patient est près de la caméra.

● *Les dimensions des surfaces observées*

Pour pouvoir étudier une grande surface, il faut augmenter l'ouverture de la caméra et la distance d'observation.

Le nombre d'éléments résolus par unité de surface est inversement proportionnel à la distance sujet-caméra.

● *La définition des images*

Les images sont caractérisées par le produit du nombre de lignes de balayage par le nombre d'éléments résolus par ligne.

Pour obtenir une bonne définition de l'image, il faut que le nombre de points soit au moins égal au nombre d'éléments géométriques résolus.

3. — LES DIFFERENTES CAMERAS

- *Caméra à l'antimoniure d'indium :*

— Caméra PYROSCAN (Grande-Bretagne) ;
— Caméra THERMOSCAN (U.S.A.) ;
— Caméra BOFORS (Suède) ;
— THERMORAMA (France) ;
— Système RANK (Grande-Bretagne) ;
— Caméra JEOL (Japon) ;
— Caméra DONEX M 200 (U.S.A.) ;
— Thermovision AGA (Suède).

- *Caméra au germanium dopé au mercure :*

— Caméra JR 813 CSF (France ;
— Caméra JR 815 CSF (France) ;
— Caméra LEP (France).

- *Caméra au tellure de cadmium dopé au mercure :*

— Caméra THERMISCOPE (U.S.A.) ;
— Caméra SPECTROTHERM (U.S.A.).

4. — LA CAMERA AGA - THERMOVISION

Depuis juin 1970, le service que dirige le Docteur R. Amalric utilise un ensemble AGA-Thermovision, d'abord de type 665, puis 680 et actuellement 680 Médical.

- *Caractéristiques techniques :*

— Détecteur quantique à l'antimoniure d'indium ;
— Pouvoir de résolution thermique de 0,2° C ;
— Pouvoir de résolution géométrique de 2,6 × 2,6 mm2 ;
— Nombre d'éléments résolus : 14.000 ;
— Fréquence d'apparition de l'image : 16 images par seconde ;
— Domaine spectral observé : entre 3 et 5,5 μ ;
— Distance d'observation : entre 40 centimètres et 4 mètres.

- *Performances de l'appareil :*

— *Inversion de la polarité :* sur un thermogramme inversé les zones chaudes apparaissent plus sombres que les zones froides. L'aspect des isothermes ne changent pas, les images isothermes se détachent mieux.

— *Présentation des isothermes sur l'écran :* grâce à un procédé électronique, on peut faire aparaître sur l'écran, tous les points qui possèdent le même niveau thermique. Ces points isothermes apparaissent en surimpression sur l'image thermi-

que ordinaire. On peut ainsi facilement calculer le gradient thermique existant entre différentes parties de la surface examinée.

- *Possibilités de photographier l'image en noir et blanc et en couleur.*

Les images obtenues sur l'écran du tube cathodique peuvent être reproduites sur papier en noir et blanc par l'intermédiaire d'un appareil photographique de type Polaroïd.

Il est possible de fixer sur l'écran un appareil couleur. Il suffit de prendre huit clichés successifs sur un même film, en interposant à chaque fois un filtre coloré différent entre l'écran et l'appareil photographique.

Chaque couleur correspond à un niveau thermique différent, il est possible d'évaluer les principales constantes thermographiques directement sur le film, ce qui est impossible sur les clichés en noir et blanc.

5. — LA SALLE DE THERMOGRAPHIE

La salle d'examen est une pièce rectangulaire de 6 mètres sur 3 mètres et 2,50 m. de haut, elle doit être maintenue à une température constante de 20° C obtenue grâce à un système de conditionnement de l'air.

A cette température, le patient se trouve dans des conditions confortables qui excluent le frisson ou la sudation qui modifient la répartition thermique cutanée.

D'une façon générale, il faut éviter que la peau puisse subir une élévation de température par suite de l'absorption d'un rayonnement, soit émis (par un dispositif d'éclairage, par exemple), soit réfléchi (par un revêtement mural).

Il convient, par conséquent, d'utiliser plutôt des lampes « froides » émettant relativement peu dans l'infra-rouge (tubes fluorescents) et des peintures mates.

III. – BASES PHYSIOPATHOLOGIQUES

A. RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

— La production de chaleur

— La déperdition de chaleur

B. LA THERMOGENESE DES CANCERS

— Mécanisme direct

— Mécanisme indirect

« Tout le branle-bas de la vie s'intercale entre une combustion et un dégagement de chaleur » *DASTRE.*

A. — RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

L'organisme produit de la chaleur qui est due au méthabolisme tissulaire, chaque cellule étant le siège de réactions enzymatiques oxydatives exothermiques.

A côté de cette production de chaleur existe une déperdition calorique qui se fait au niveau des surfaces en contact avec le milieu extérieur.

La chaleur produite par les divers foyers de thermogénèse va se répartir de façon homogène dans l'organisme grâce à la circulation sanguine et lymphatique, le sang jouant le rôle d'un transporteur de chaleur.

En fait, il existe deux températures distinctes, la notion d'homéothermie n'étant que relative.

— La température du noyau central, constante, qui est chez l'homme de 37° C et qui ne subit que des variations de l'ordre du degré.

— La température périphérique de l'« enveloppe », c'est-à-dire la température de la peau, qui est variable en fonction des variations thermiques du milieu ambiant.

La température du noyau central est maintenue à un niveau constant grâce à la régulation thermique qui assure l'équilibre entre les pertes de chaleur (thermolyse) et la production de chaleur (thermogénèse).

● *La production de chaleur ou thermogénèse.*

Le métabolisme tissulaire est à l'origine de la production calorique.

Il existe de nombreux foyers de thermogénèse ; le plus important est le tissu musculaire (muscles striés squelettiques). Les autres foyers sont : le foie (que Claude Bernard avait déjà reconnu dès 1876), le cerveau, les reins.

Certains tissus comme le tissu conjonctif, le tissu apideux, ne participent que très peu à la thermogénèse.

● *La déperdition de chaleur ou thermolyse*

La température du noyau central étant de 37° C chez l'homme, c'est-à-dire très souvent supérieure à la température du milieu ambiant, il existe une déperdition calorique permanente. Cette thermolyse s'effectue selon quatre modalités différentes, d'importance variable.

a) La déperdition par conduction

La température de l'« enveloppe » étant le plus souvent supérieure à celle du milieu ambiant, celui-ci se « réchauffe » au contact de la surface cutanée.

Les pertes de chaleur par simple conduction sont négligeables, car l'air qui est le milieu ambiant habituel, est très mauvais conducteur de la chaleur.

b) La déperdition par convection

C'est une modalité importante de déperdition calorique. Elle provient du renouvellement de l'air ambiant échauffé au contact de la surface cutanée, en général plus chaude. Ce renouvellement est assuré soit par le déplacement de l'air ambiant, soit par celui du corps chaud.

c) La déperdition par évaporation d'eau

L'air ambiant n'étant pas saturé en vapeur d'eau, il existe une évaporation au niveau des surfaces de l'organisme (revêtement cutané, oro pharynx, arbre trachéo-bronchique) qui se trouve à son contact.

La déperdition de chaleur par la peau varie en fonction de la taille et de la surface du revêtement cutané, de la température extérieure, du travail musculaire.

d) La déperdition par rayonnement

La surface corporelle émet de la chaleur par rayonnement infra-rouge. Cette perte calorique représente parfois jusqu'à 60 % de la thermolyse totale ; c'est cette émission de chaleur par rayonnement qui est enregistrée sous forme d'image thermographique.

B. — LA THERMOGENESE DES CANCERS

La température cutanée résulte d'un équilibre entre la production et la déperdition de chaleur.

Il peut exister des variations thermiques cutanées locales ou loco-régionales dues :

— à une perturbation de la vascularisation ;
— à une modification de l'activité métabolique ;
— à un changement de la conduction tissulaire ;
— à des facteurs endocriniens.

Deux de ces mécanismes jouent un rôle dans l'élévation de la température cutanée observée dans les cancers :

— l'un direct est la production de chaleur par la tumeur ;
— l'autre indirect est lié à la vascularisation de la tumeur.

● *Mécanisme direct*

Les tumeurs malignes produisent de la chaleur.

Cette chaleur a pour origine :

— la grande activité métabolique du tissu cancéreux ;
— une intense glycogénolyse anaérobie ((théorie de Warburg).

Ray Lawson, dès 1956, à Montréal, montra par thermométrie cutanée, qu'il existait une nette élévation de la température de la peau située en regard d'un carcinome mammaire.

Par ailleurs, l'école strasbourgeoise a défini « la puissance thermogène spécifique » des tumeurs malignes, c'est-à-dire la quantité de chaleur qu'elles produisent par unité de volume et par unité de temps.

● *Mécanisme indirect*

Il existe au sein de toute tumeur maligne une néo-vascularisation anarchique plus ou moins importante selon la nature de la tumeur. Cette augmentation du débit sanguin au niveau du processus malin entraîne un accroissement de l'apport calorique.

IV. – LA TELETHERMOGRAPHIE DES SARCOMES

A. — CLASSIFICATION DES SARCOMES

B. — MATERIEL D'ETUDE

C. — CONDUITE DE L'EXAMEN THERMOVISUEL

D. — CLASSIFICATION THERMOVISUELLE DES SARCOMES

E. — RESULTATS

F. — INTERET ET DISCUSSION

CLASSIFICATION DES SARCOMES

(Selon DELARUE et LAUMONIER - 1969)

I. – Sarcomes osseux

A. — SARCOME DE TYPE CONJONCTIF

1. Fibrosarcomes osseux

C'est une tumeur peu fréquente (4 pour cent de tumeurs primitives de l'os, pour Dahlin). Les deux sexes sont également touchés.

Les sujets de tous âges sont atteints mais le maximum de fréquence se situe vers la quatrième décennie.

La localisation des fibrosarcomes est comparable à celle de l'ensemble des ostéosarcomes : les os longs, notamment ceux des membres inférieurs, sont le plus souvent touchés.

Le pronostic est relativement sévère : la survie à 5 ans après traitement, est estimée à 26 pour cent par Dahlin et à 31 pour cent par Mac Kenna.

2. Liposarcomes

Malgré l'abondance du tissus adipeux dans les espaces médullaires, les liposarcomes primitifs de l'os sont extrêmement rares.

Ils sont extrêmement infiltrants et peuvent atteindre un énorme volume.

B. — SARCOMES A STRUCTURE CARTILAGINEUSE

1. Chondrosarcome

C'est une tumeur maligne d'origine cartilagineuse, conservant une différenciation chondroïde tout au long de son évolution. C'est une tumeur relativement fréquente, représentant dans la statistique de Dahlin 13 pour cent des tumeurs malignes de l'os.

Les sujets de sexe masculin sont deux fois plus touchés que ceux du sexe féminin.

C'est une tumeur de l'âge adulte, son apparition dans l'enfance et dans l'adolescence est exceptionnelle.

Plus des trois-quarts des chondrosarcomes intéressent le tronc. Les os les plus fréquemment atetints sont le bassin, les côtes, l'omoplate, ainsi que l'extrémité supérieure du fémur et de l'humérus.

L'évolution est lente. Le délai de cinq ans, classiquement admis pour juger l'évolution de la plupart des tumeurs, est ici estimé insuffisant. Des récidives tardives, des métastases pulmonaires, sont signalées 10 à 12 ans après l'ablation d'une tumeur cartilagineuse, qui n'avait pas paru initialement maligne ou inquiétante.

2. Chondrosarcome mésenchymateux

Le terme de chondrosarcome mésenchymateux fut proposé en 1959 par Lichtenstein et Bernstein pour désigner une tumeur cartilagineuse maligne, d'un type histologique inhabituel. Ces tumeurs frappent des sujets des deux sexes à l'âge adulte.

Les localisations sont variées et, caractère original, parfois multiples. Les os plats semblent plus souvent atteints queles os longs.

La durée d'évolution est variable. l'issue fatale est liée à la survenue de métastases pulmonaires, hépatiques et osseuses.

C. — SARCOMES A STRUCTURE OSSEUSE

1. Ostéosarcome

C'est le type le plus fréquemment rencontré parmi les sarcomes osseux. Microscopiquement, on distingue les sarcomes squelettogènes, ostéogéniques et ostéolytiques.

Du point de vue anatomo-clinique, on distingue les ostéosarcomes centraux de beaucoup les plus fréquents et les ostéosarcomes périphériques décrits parfois sous le nom d'ostéosarcomes juxta-corticaux.

Les ostéosarcomes surviennent plus souvent chez l'homme (2 cas sur 3) et se voient en règle chez des sujets jeunes, au maximum entre 10 et 25 ans.

Ils siègent sur les os longs, le fémur (50 pour cent des cas), le tibia, l'humérus, se développant en général au niveau de la métaphyse, parfois dans la diaphyse.

L'évolution des ostéosarcomes se fait à peu près inéluctablement vers des récidives locales (si l'exérèse a été limitée ou après traitement physiothérapique) et vers des métastases hématogènes, pulmonaires essentiellement, parfois unilatérale.

D'autres déterminations osseuses (rachidiennes, crâniennes) peuvent survenir, amenant à discuter le caractère métastatique de ces manifestations ou le fait de tumeurs multifocales évoluant pour leur propre compte.

Le taux de survie au-delà de 5 ans n'atteint pas cinq pour cent : les ostéosarcomes siégeant sur les segments distaux des membres seraient de pronostic moins grave.

2. Sarcomes à myéloplaxes

Leur existence est discutée. Nélaton considéra ces tumeurs à myéloplaxes comme bénignes.

Une opinion à l'heure actuelle plus nuancée, estime que cette affection, en principe bénigne, peut présenter parfois une extension locale impressionnante ou

donner lieu à des récidives ; des formes malignes d'emblée ou secondairement s'observent, mais à titre exceptionnel.

C'est une affection en fait très rare, survenant en moyenne entre 20 et 40 ans avec une fréquence un peu plus grande chez la femme.

Un certain nombre de ces sarcomes apparaissent à longue échéance (10 ans parfois) après radiothérapie à fortes doses d'une tumeur à myéloplaxes. Aux signes cliniques et radiologiques d'une malignité manifeste (envahissement des parties molles, ostéogénèse périostique en phériphérie) s'ajoute l'éventualité de métastases pulmonaires.

D. — SARCOMES ENDOTHELIAUX

Les tumeurs vasculaires malignes primitives de l'os et angioplastiques sont très rares.

Ce groupe comprend les angiosarcomes, les endothélio sarcomes, les hémangio-endothéliomes de l'os, les hémangio-endothéliosarcomes.

Le sarcome endothélial se rencontre à tous les âges, dans toutes les pièces osseuses avec peut-être une prédominance aux membres inférieurs.

E. — SARCOME DE LA LIGNEE RETICULAIRE RETICULOSARCOMES OSSEUX

1. Sarcome d'Ewing

Il s'agit d'une tumeur de l'enfant et de l'adulte jeune. Quatre cas sur dix se rencontrent pendant les deuxième et troisième décenies. Deux cas sur dix se rencontrent pendant la première et la quatrième décennie.

Ces sarcomes siègent surtout sur la métaphyse des os longs (,fémur, humérus), plus rarement sur les os plats ou courts (bassin, vertèbres).

Comme pour bien des cancers osseux, le rôle du traumatisme a été invoqué.

Le pronostic est sombre : la moitié des patients ne survit pas une année complète à partir du traitement.

Les survies au-delà de trois ans sont tout à fait exceptionnelles.

2. Sarcome réticulaire de l'os. Sarcomes osseux type Parker et Jackson

Cette variété de sarcome osseux a été isolée en 1939 par Parker et Jackson sur des bases morphologiques.

Le « sarcome réticulaire » se rencontre plus fréquemment chez l'homme que chez la femme.

Les données concernant l'âge varient suivant les auteurs. Il semble que le sarcome réticulaire soit plus tardif que le sarcome d'Ewing.

Le pronostic est meilleur que celui du sarcome d'Ewing. Des survies dépassant 10 ans ont été rapportées.

La moitié des patients ont survécu, dans la série de Mc Cormack, un temps moyen de 139 mois.

3. Sarcome plasmocytaire

Ces tumeurs se rencontrent chez l'homme dans 65 à 70 pour cent des cas. Elles comptent pour un cinquième environ de tous les sarcomes osseux (Frühling)

La quasi-totalité des cas s'observe après 40 ans. Tumeur dérivée du tissus médullaire, on la trouve de préférence dans les os riches en moelle hématopoïétique chez l'adulte, c'est-à-dire, par ordre de fréquence décroissante : la colonne vertébrale, les côtes, le crâne, le bassin, le fémur, la clavicule, l'omoplate, l'humérus, le sternum, le maxillaire, les os de la jambe et de l'avant-bras (Ackerman).

II. – Sarcomes articulaires

1. Synovialo-sarcomes

Ce sont des tumeurs rares, survenant en règle chez l'adulte jeune, plus fréquemment chez l'homme ; elles siègent avant tout sur le genou, peuvent intéresser la cheville, le pied et à un degré moindre, la hanche, les mains, les doigts, mais des localisations extra-articulaires sont décrites qui prennent naissance aux dépens des bourses séreuses et des gaines tendineuses.

L'évolution de l'affection est en principe assez longue, dépassant 5 ans, mais le pourcentage des guérisons durables est restreint, inférieur à 10 pour cent.

Il faut retenir la fréquence des récidives après exérèse limitée au départ, amenant à l'amputation, et la notion de métastases dans les ganglions tributaires, le foie, les os, et surtout le poumon.

III. – Sarcomes musculaires

Ce sont les tumeurs rares se développant dans la musculature squelettique ou dans un tissu tératomateux.

1. — RHABDOMYOSARCOMES

On en distinque trois types :

a) Le rhabdomyosarcome polymorphe

C'est le type le plus classique. C'est une tumeur de l'adulte, entre 40 et 50 ans, se développant le plus souvent aux dépens des muscles proximaux des membres. Elle atteint parfois un gros volume avant d'être décelée sous l'aspect d'une masse mal limitée, peu mobile, infiltrant le muscle.

C'est une tumeur très maligne dont le pronostic n'a été amélioré que par une exérèse précoce et large.

b) Le rhabdomyosarcome alvéolaire

Il a été isolé en 1956 par Riopelle et Thériault.

Pour Robinson (1963), il représenterait 41 pour cent des sarcomes du muscle.

Il survient, dans 58 pour cent des cas, avant 20 ans, bien que des cas plus tardifs aient été rapportés par Delarue et Chomette.

Il siège de préférence aux extrémités des membres, au périnée, à la tête. Le pronostic est mauvais, l'évolution rapidement mortelle dans 90 pour cent des cas, les métastases fréquentes.

c) Les sarcomes développés aux dépens de tissus tératomateux

Ce sont les plus fréquents. Ils représentent près de la moitié des cas.

Ce sont des tumeurs du sujet jeune, dont 75 pour cent sont observées avant l'âge de 10 ans, et 90 pour cent avant l'âge de 20 ans, qui se développent sous forme d'une masse molle dans le vagin, l'utérus, la prostate, les organes génito-urinaires, qui sont des tissus normalement dépourvus de fibres striées.

Le pronostic de ces tumeurs est sombre.

IV. – Tumeurs mésenchymateuses malignes ou sarcomes

Les sarcomes cutanés sont relativement rares et peuvent se développer en n'importe quel point du tégument.

Il s'agit en général de tumeurs d'emblée malignes, prenant naissance dans le revêtement cutané ou dans les plans sous-jacents et envahissant secondairement la peau.

Ils se répartissent en deux grandes classes :

1. — Les sarcomes du tissu conjonctif commun et de ses dérivés qui groupent
a) Les sarcomes du tissus conjonctif commun avec leur variatiantes :

— Fibrosarcome vrai ;
— Dermatofibrosarcome de Darier-Ferrand ;
— Sarcome mésenchymateux primitif ;
— Histiocytosarcome ;
— Myxosarcome.

b) Les sarcomes des tissus mésenchymateux spécialisés

Ce groupe englobe des tumeurs dont le point de départ peut être cutanée :

— Liposarcome ;
— Angiosarcome ;
— Hémongio-endothéliome malin ;
— Lymphangio sarcome ;
— Leïomyosarcome.

et des proliférations manifestement propagées à la peau ou métastatiques.

2. — Les sarcomes du tissu hémo-lymphopoïetique :

— Lymphosarcome ;
— Réticulosarcome ;
— Formes mixtes : lymphoréticulo sarcome (Rappaport).

Ces sarcomes sont difficiles à séparer des réticuloses et des réticulo-granulomatoses malignes.

B. — MATERIEL D'ETUDE

Nous avons examiné en téléthermovision 60 sarcomes osseux et des tissus mous.

● *Répartition des cas*

— Malades vus avant traitement 33
— Malades vus après traitement 23
— Malades vus avant et après traitement..... 4

	Avant traitement	Avant et après traitement	Après traitement
Fibrosarcome	12	6	1
Rhabdomyosarcome	5	5	
Réticulosarcome	2	1	
Lipomyxosarcome	1	1	
Synovialosarcome	2	1	
Sarcome d'Ewing		2	1
Ostéosarcome	6	5	2
Sarcome juxta-cortical	1		
Ostéochondrosarcome	1	1	
Chondrosarcome	1		
Hémangiopéricytome malin	1		
Hémangio endothéliome malin	1		
Réticulosarcome de Parker et Jackson		1	

Tabeau n° 1

- *Formes histologiques*

Fibrosarcome	19
Rhabdomyosarcome	10
Réticulosarcome	3
Lipomyxosarcome	2
Synovialosarcome	3
Ostéosarcome	13
Sarcome d'Ewing	3
Ostéochondrosarcome	2
Chondrosarcome	1
Sarcome juxta-cortical	1
Réticulosarcome de Parker et Jackson	1
Hémangio péricytome malin	1
Hémangioendothéliome malin	1

- *Topographie*

Membres inférieurs	36
Membres supérieurs	6
Bassin	8
Ceinture scapulaire	6
Sternum	2
Vertèbres	1
Côtes	1

- *Sexe*

Les hommes sont plus nombreux que les femmes : on compte 39 hommes pour 21 femmes.

	Hommes	Femmes
Fibrosarcome	12	7
Rhabdomyosarcome	6	4
Réticulosarcome	2	1
Lipomyxosarcome	1	1
Synovialosarcome	1	2
Sarcome d'Ewing	2	1
Ostéosarcome	11	2
Sarcome juxta-cortical	1	
Ostéochondrosarcome	1	1
Chondrosarcome	1	
Hémangiopéricytome malin		1
Hémangio endothéliome malin		1
Réticulosarcome de Parker et Jackson	1	

Tableau n° 2

● *Age*

	Avant 25 ans	De 26 ans à 50 ans	Après 50 ans
Fibrosarcome	2	3	14
Rhabdomyosarcome	2	3	5
Réticulosarcome			3
Synovialosarcome	1	2	
Sarcome d'Ewing	3		
Ostéosarcome	11	1	1
Sarcome juxta-cortical		1	
Ostéochondrosarcome	1		1
Chondrosarcome		1	
Hémangiopéricytome malin		1	
Hémangio endothéliome malin			1
Lipomyxosarcome		1	1
Réticulosarcome de Parker et Jackson		1	

Tableau n° 3

C. — CONDUITE DE L'EXAMEN

Après un interogatoire systématiqueet un examen clinique soigneux, le malade est conduit dans une cabine de déshabillage où il restera dévêtu environ dix minutes afin de mettre son revêtement cutané en équilibre avec la température ambiante, voisine de 20° C. Ou aura pris soin auparavant, d'enlever les pansements et les pommades à l'aide d'éther.

L'examen thermovisuel comporte plusieurs temps :

● *L'étude de la lésion :* comprend le repérage du foyer hyperthermique, l'évaluation de son étendue par rapport à la tumeur clinique ou radiologique, la mesure du gradient thermique qui existe par rapport aux tissus avoisinants : c'est le 1, et par rapport à la région anatomique symétrique : c'est le 2.

En cas de tumeur médiane (tumeur vertébrale, tumeur pré sternale), seul le 1 est calculé.

● *L'étude des trajets lymphatiques* : destiné à mettre en évidence d'éventuelles métastases ganglionnaires.

● *La recherche de métastases* à distance dans le cadre d'un bilan préthérapeutique et dans la surveillance systématique après traitement.

D. — CLASSIFICATION THERMOVISUELLE DES SARCOMES

Afin de faciliter l'interprétation et l'identification des images thermovisuelles observées, nous avons adopté une classification en 5 catégories : de Th 1 à Th 5.

Les catégories 1 et 2 représentent les images normales ou les anomalies bénignes.

La catégorie 3 correspond aux cas douteux ou suspects.

Les catégories 4 et 5 rassemblent les aspects malins.

1. Les bases

Cette classification est fonction de trois paramètres :

a) L'existence d'un foyer hyperthermique anormal, son extension, notamment par rapport aux dimensions cliniques de la tumeur et l'aspect de ses contours réguliers ou déchiquetés.

b) Le gradient de l'élévation thermique locale, que l'on mesure par rapport aux tissus avoisinants et par rapport à la région anatomique symétrique, lorsque cela est possible.

c) L'existence d'une vascularisation asymétrique mais encore systématisée ou d'une néo-vascularisation anarchique non systématisée dont le calibre est épaissi et irrégulier.

2. La classification

Catégorie Th 1 : la lésion est froide ou isotherme par rapport aux tissus avoisinants.

Catégorie Th 2 : l'élévation de température peut atteindre 1° C. La zone chaude ne dépasse pas la tumeur clinique ou radiologique.

Catégorie Th 3 : le gradient thermique est supérieur à 1° C mais reste inférieur à 2° C, ou il peut exister une vascularisation asymétrique systématisée.

Catégorie Th 4 : l'augmentation de température atteint ou dépasse 2° C mais le foyer hyperthermique reste limité à la tumeur.

Il existe une vascularisation anarchique isolée.

Catégorie Th 5 : le gradient thermique atteint ou dépasse 2° C. La zone chaude déborde les limites cliniques ou radiologiques de la tumeur. De plus, il existe ou non une vascularisation anarchique.

E. — LES RESULTATS

1. Les sarcomes des tissus mous avant traitement.

NOMBRE DE CAS	CHAUDS			FROIDS	
	Th 3	Th 4	Th 5	Th 1	Th 2
22	3		18	1	
	21			1	
	96 %			4 %	

Tableau n° 4

Sur 22 cas un seul s'est présenté comme thermovisuellement froid : il s'agissait d'un fibrosarcome inguino-abdominal, richement vascularisé, chez une femme de 60 ans, obèse.

C'est peut-être l'existence de l'importante couche de tissu cellulo-adipeux sous-cutané dans la région examinée, qui explique ce résultat faussement négatif.

- *Les images observées*

Dans tous les cas où il existe une une zone chaude, celle-ci dépasse plus ou moins largement les limites cliniques de la tumeur. Les contours de cette zone chaude sont irréguliers, déchiquetés.

Sur les 21 patients qui présentent un thermogramme significatif, on observe 13 fois une hypervascularisation et 10 fois celle-ci est de type anarchique.

Un seul patient a montré une vascularisation anarchique isolée, sans foyer hyperthermique associé.

Parfois, la vascularisation anarchique semble être tributaire de gros troncs veineux systématisés (en particulier lorsque la tumeur siège à la racine d'un membre), ce qui rend délicate la délimitation exacte des manifestations tumorales proprement dites.

Nous avons obtenu deux fois une image en cocarde caractéristique, à centre froid et à périphérie chaude : il s'agissait de tumeurs extériorisées et ulcérées en surface.

- *Nature histologique et catégorie thermovisuelle*

	Th 1	Th 2	Th 3	Th 4	Th 5	
Fibrosarcome	1		2	1	8	12
Rhabdomyosarcome			1		4	5
Réticulosarcome					2	2
Lipomyxosarcome					1	1
Synovialosarcome					2	2
	1		3	1	17	22

Tableau n° 5 : catégories thermovisuelles et histologie

Les fibrosarcomes sembleraient un peu moins « chauds » que les autres sarcomes des tissus mous.

Le rhabdomyosarcome appartenant à la catégorie Th 3 avait été l'objet, quelques jours avant l'examen thermovisuel, d'une biopsie « à ciel ouvert ».

2. Les sarcomes osseux avant traitement

Sur les 14 sarcomes osseux ayant fait l'objet d'un examen thermovisuel avant traitement tous appartiennent aux catégories Th 4 et Th 5 soit 100 % des cas.

NOMBRE DE CAS	CHAUDS			FROIDS	
	Th 3	Th 4	Th 5	Th 1	Th 2
14		2	12		
	14				
	100 %				

Tableau n° 6

- *Les images observées*

Toutes ces tumeurs présentent, en regard des images radiographiques, une aire chaude dont le gradient thermique va de 1,5° C à 6° C avec une médiane de 3 C (mesures relatives, par rapport aux tissus sains avoisinants et par rapport à la région symétrique).

Ce gradient thermique ne paraît pas être influencé par l'âge des sujets (8 enfants, 3 adultes jeunes et 3 sujets de 50 ans et plus).

Dans tous les cas, l'étendue de cette zone hyperthermique est très supérieure à celle des lésions visibles sur les radiographies et ses contours sont irréguliers.

Il existe, en plus, en périphérie, une hypervascularisation modérée dans 2 cas, exagérée dans 5 cas, véritablement anarchique dans 7 cas.

La constatation d'une hypervascularisatoin importante en direction de la racine du membre serait d'un mauvais pronostic, des métastases pulmonaires étant survenues rapidement dans tous les cas observés par Farrel et Wallace.

En dehors de l'aspect thermovisuel pratiquement constant que nous venons de décrire, certains auteurs (Farrel, Melki) ont observé des atteintes plurifocales sur le même segment osseux, à proximité ou à distance de la lésion principale.

Nous n'avons rencontré cette éventualité que dans un cas sur 14 : il s'agissait d'un hémangioendothéliome malin.

3. Les sarcomes des tissus mous après traitement

Nous avons examinés en téléthermovision 15 sarcomes des tissus mous après traitement.

	CHAUDS			FROIDS		
	Th 3	Th 4	Th 5	Th 1	Th 2	
Chirurgie	1		2	1	1	5
Radio-chirurgie		2	4	1	1	8
Rodiothérapie		1		1		2
	10			5		15

Tableau n° 7

- *Radiothérapie seule*

Sur les deux malades ayant subi une thérapeutique par radiations seule, une ne présentait plus aucune émission thermique anormale, quelques mois après la fin des irradiations, ce qui coïncidait avec la disparition clinique de la tumeur.

Le deuxième cas n'a montré aucune diminution du volume lésionnel après photonthérapie de haute énergie et est resté thermovisuellement chaud, l'hyperthermie étant cependant modérée : 2° C.

- *Chirurgie seule et radiochirurgie*

Pour la surveillance des thérapeutiques chirurgicales ou radio-chirurgicales, l'interprétation des thermogrammes est beaucoup plus délicate en raison de la modification de la conformation de la région opérée, en rapport avec une exérèse plus ou moins étendue et profonde, d'où la création d'effets « cuvette » artificiels.

De plus, il y a modification de la conductivité tissulaire, les gros vaisseaux se trouvant parfois plus rapprochés que normalement de la surface cutanée.

L'association de ces deux facteurs peut provoquer des hyperthermies importantes qu'il faut bien connaître pour éviter des erreurs par excès.

Il faut noter cependant que dans ces cas, l'hyperthermie reste limitée à la cicatrice opératoire.

4. Les sarcomes osseux après traitement

Nous avons contrôlé 12 sarcomes osseux après traitement soit radiothérapique, soit immunothérapique.

	Th 1	Th 2	Th 3	Th 4	Th 5	
Sarcome d'Ewing			1	1	1	3
Ostéosarcome			2	2	3	7
Réticulosarcome de Parker et Jackson					1	1
Ostéochondrosarcome					1	1
			3	3	6	12

Tableau n° 8

Normalement, après une période d'hyperthermie réactionnelle, les anomalies thermovisuelles doivent régresser en intensité, puis en surface, pour disparaître complètement 3 à 6 mois après la fin des irradiations.

La persistance ou a fortiori la réapparition d'un foyer hyperthermique doit faire craindre une non stérilisation ou une récidive de la tumeur.

Grâce à une surveillance thermovisuelle régulière, la nécessité et la chronologie d'une amputation secondaire pourront être fixés avec beaucoup plus de certitude et de précision qu'avec les seules donées radio-cliniques.

F. — INTERET ET DISCUSSION

1. Pour le diagnostic

a) Diagnostic positif

L'étude thermovisuelle permet l'affirmation ou la confirmation du diagnostic dans 96 % des sarcomes des tissus mous et dans 100 % des sarcomes osseux.

● *Le faux négatifs* de la thermovision sont redressés par l'examen clinique ou par d'autres examens para-cliniques. Sur nos 60 observations nous avons eu un « faux négatif » : il s'agissait d'un fibrosarcome inguino-abdominal chez une femme de 60 ans, obèse.

● *Les faux positifs* peuvent également être redressés par les examens clinique et para-clinique. On ne peut, par la seule thermographie présumer de l'étiologie d'une hyperthermie, celle-ci peut-être inflammatoire (ostéite, ostéomyélite), vasculaire (maladie de Paget), tumorale bénigne (angiomes osseux), maligne. Des confrontations radiocliniques, angiographiques, scintigraphiques et, éventuellement une biopsie sont absolument nécessaires pour arriver à un diagnostic formel.

● *Confrontations angiothermographiques :* nous n'avons malheureusement pas pu confronter ces constatations thermographiques avec les données de l'angiographie. Pour Le Treut, la corrélatoin est satisfaisante, mais les plages chaudes dépassent les limites de la néo-vascularisation objectivée par les produits de contraste. Aarts explique ce phénomène par l'hypothèse suivante : le sang des vaisseaux efférents, provenant de la tumeur, véhiculerait en périphérie sur une surface plus ou moins importante, l'énergie thermique produite par le foyer malin lui-même.

● *Confrontations thermo-scintigraphiques.* La corrélation entre les données thermovisuelles et la scintigraphie a été étudiée à l'aide du Strontium 85 et elle paraît bonne.

Selon Melki, les zones hyperthermiques présentent des anomalies scintigraphiques constantes, mais l'hyperfixation qui, dans les sarcomes osseux, est la traduction d'une activité biosynthétique osseuse ou encore ostéoblastique, prouvant la présence d'un remaniement osseux, n'est pas toujours quantitativement aussi importante que l'hyperthermie, à l'intérieur de la même zone chaude.

b) Diagnostic d'extension

La téléthermovision nous permet de mesurer exactement l'étendue de la zone chaude, souvent plus importante que ne le laissaient supposer la clinique et les examens radiologiques.

2. Pour la thérapeutique

Les examens thermographiques des sarcomes osseux et des tissus mous mettent fréquemment en évidence une disproportion parfois importante entre le volume clinique ou radiologique des lésions et celui de leur expression thermovisuelle.

Il est facile d'utiliser les infra-rouges pour la délimitation objective du volume cible à traiter chirurgicalement ou par radiothérapie.

a) Technique

● *Détermination d'un volume cible chirurgical*

Nous mettons sur la peau un repère métallique corespondant au centre de la lésion clinique ou radiologique, puis nous observons sur l'écran thermoscopique la région ainsi localisée, sous diverses incidences.

Nous délimitons ensuite sur la peau le contour de la zone anormalement chaude avec un fil métallique, qui est remplacé en fin d'examen par une marque à la fuschine. Arbitrairement, nous marquons actuellement l'isotherme + 2° C, afin de pouvoir faire des contrôles histologiques pré-opératoires étagés à ce niveau, en deçà et au-delà.

● *Détermination d'un volume cible radiothérapique*

Nous procédons de la même manière en encadrant toute la région hyperthermique par quatre repères métalliques avec une marge de sécurité d'un travers de doigt vers l'extérieur. Ces repères sont remplacés en fin d'examen par une marque indélébile qui servira à fixer la position exacte du ou des champs d'irradiation.

b) Résultats

● *Les sarcomes osseux*

On est toujours surpris par l'importance de la dissociation radiothermique. Dans les réticulosarcomes la téléthermographie montre une hyperthermie de tout le segment atteint, alors que la lésion radiologique n'atteint apparemment que le quart ou le cinquième de l'os correspondant.

Ceci concorde bien avec les préceptes actuels qui recommandent de faire une irradiation systématique de la totalité de l'os atteint, dans ces formes histologiques.

Dans les ostéosarcomes, le foyer hyperthermique est toujours plus étendu que sur les clichés radiographiques, mais il n'atteint pas tout l'os. Par contre, il existe très souvent une circulation collatérale très importante dépassant l'articulation avoisinante ; dans ces cas nous n'hésitons pas à la comprendre dans notre volume cible par prudence.

● *Les sarcomes des tissus mous*

Au niveau des membres, la téléthermographie visualise très bien une vaste zone hyperthermique à contours irréguliers d'une surface très supérieure à celle qui est cliniquement mesurable. L'atteinte musculaire ne paraît pas être strictement métamérique, mais elle semble atteindre à la fois plusieurs groupes musculaires voisins. Le champ opératoire sera délimité par l'isotherme + 2° C et le champ radiothérapique sera plus étendu, à au moins un travers de doigt en dehors de la surface anormalement chaude.

3. Pour la surveillance

La téléthermographie participe à la surveillance post-thérapeutique systématique des sarcomes osseux et des tissus mous traités par radiothérapie ou par chirurgie.

Normalement, après une période d'hyperthermie réactionnelle, les anomalies thermovisuelles doivent regresser en intensité, puis en surface pour disparaître complètement 3 à 6 mois après la fin des irradiations.

Quatre fois seulement, nous avons pu effectuer un examen thermovisuel avant et après traitement:

— Trois fois (2 ostéosarcomes, 1 fibrosarcome) nous avons obtenu un Th 5 avant traitement et un Th 4 après traitement ;

— Une fois (un sarcome d'Ewing) nous avons obtenu un Th 5 avant traitement et un Th 3 après traitement.

Par ailleurs, le contrôle après traitement permet un bilan général à la recherche de métastases.

LES

OBSERVATIONS

Observation n° 1. — ALL... F., 60 ans.

Fibrosarcome de la région inguino-abdominale droite.
Thermovision avant traitement : Th 1.
Traitement : chirurgie + radiothérapie.

Observation n° 2. — DUR... H., 71 ans.

Fibrosarcome au niveau de la fosse iliaque droite.
Traitement : radiothérapie.
Métastases pulmonaires bilatérales. Chimiothérapie associée discontinue.
Thermovision après traitement : Th 4.

Observation n° 3. — JEA... F., 91 ans.

Fibrosarcome de l'épaule gauche.
Thermovision avant traitement Th 5.
Traitement : chirurgie + radiothérapie.
Métastases pulmonaires.

Observation n° 4. — CHA... F., 53 ans.

Fibrosarcome du deltoïde droit.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 5. — DUR... F., 17 ans.

Fibrosarcome de la cuisse gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 1.

Observation n° 6. — GIO... H., 21 ans.

Fibrosarcome de l'avant-bras gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgie + chimiothérapie.

Observation n° 7. — BIE... F., 66 ans.

Fibrosarcome de la cuisse droite.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 8. — LAC... H., 36 ans.

Fibrosarcome de la jambe gauche.
Thermovision avant traitement : Th 3.
Traitement : chirurgical + radiothérapie.

Observation n° 9. — MAR... H., 54 ans.

Fibrosarcome bilatéral au niveau des jambes.
Thermovision avant traitement : jambe gauche Th. 4
jambe droite Th 5
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : jambe gauche Th 4
jambe droite Th 4

Observation n° 10. — CLE... H., 63 ans.

Fibrosarcome du coude droit.
Thermovision avant traitement : Th 3.
Traitement chirurgical.

Observation n° 11. — ZSO... H., 70 ans.

Fibrosarcome de la région pré - sternale.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Détermination du volume cible.
Traitement chirurgical.

Observation n° 12. — PHI... H., 61 ans.

Fibrosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.

Observation n° 13. — DUP... F., 70 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement chirurgical.

Observation n° 14. — CET... F., 84 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 15. — VOZ... F., 64 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement chirurgical.

Observation n° 16. — ARN... H., 46 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse droite.
Traitement : radiothérapie + chirurgie.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 17. — DUP... H., 63 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement Th 5.

Observation n° 18. — THO... H., 14 ans.

Rhabdomyosarcome para - sternal gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement Th 2.

Observation n° 19. — RIP... H., 52 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 20. — REA... H., 16 ans.

Rhabdomyosarcome de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 3.
Traitement : radiothérapie + chimiothérapie.

Observation n° 21. — CAR... F., 77 ans.

Lipomyxosarcome de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Détermination du volume cible.
Traitement chirurgical.

Observation n° 22. — TON... F., 84 ans.

Réticulosarcome de l'épaule gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
traitement radiothérapique.

Observation n° 23. — LEG... H., 45 ans.

Fibrosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement chirurgical.

Observation n° 24. — PER... H., 50 ans.

Lipomyxosarcome de la cuisse droite.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 25. — CHI... F., 77 ans.

Lipomyxosarcome de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 26. — BIR... F., 40 ans.

Synovialosarcome du genou droit.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 27. — DAR... H., 17 ans.

Sarcome ostéogénique du tibia gauche.
Traitement : radiothérapie + veinoglobulines + chimiothérapie.
Thermovision après traitement : Th 3.
Amputation : secondairement.

Observation n° 28. — LAS... H., 75 ans.

Fibrosarcome de la cuisse gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 29. — CHA... H., 52 ans.

Réticulosarcome de l'épaule droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement chirurgical.

Observation n° 30. — BAR... F., 12 ans.

Sarcome ostéolytique du tibia droit.
Thermovision avant traitement: Th 5.
Traitement : radiothérapie + veinoglobulines + chimiothérapie.

Thermovision après traitement : Th 4.
Amputation : secondairement.

Observation n° 31. — DIA... H., 14 ans.

Ostéosarcome du tibia gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Détermination du volume cible.
Traitement : radiothérapie + immunothérapie.
Thermovision après traitement : Th 4.

Observation n° 32. — SAL... H., 22 ans.

Sarcome d'Ewing de la clavicule gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 33. — BEA... H., 73 ans.

Réticulosarcome de l'avant-bras gauche.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 4.

Observation n° 34. — VER... F., 65 ans.

Hémangio-endothéliome malin de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 35. — GUE... H., 14 ans.

Ostéosarcome de l'aile iliaque gauche.
Traitement radiothérapique.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 36. — PEL... F., 55 ans.

Fibrosarcome de la cuisse droite.
Traitement chirurgical.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 37. — POU... H., 26 ans.

Rhabdomyosarcome de l'épaule gauche.
Traitement : chirurgical + radiothérapie.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 38. — SCA... H., 80 ans.

Fibrosarcome de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgie + radiothérapie.

Observation n° 39. — PAL... H., 82 ans.

Fibrosarcome de la cuisse droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 40. — BEA... F., 49 ans.

Fibrosarcome de la fosse iliaque droite.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 41. — KNE... F., 15 ans.

Synovialosarcome du péroné droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgie + radiothérapie + chimiothérapie.

Observation n° 42. — BOV... F., 35 ans.

Hémangio péricytone malin de l'os iliaque droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement radiothérapique.

Observation n° 43. — MOR... H., 10 ans.

Ostéosarcome du tibia droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : radiothéropie + veinoglobulines + chimiothérapie.

Observation n° 44. — DUB... H., 69 ans.

Fibrosarcome de la cuisse gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgical + radiothé rapique.

Observation n° 45. — DIC... H., 17 ans.

Sarcome d'Ewing du fémur droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgical + radiothé rapique.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 46. — MAN... F., 24 ans.

Ostéochondrosarcome du tibia gau che.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : radiothérapie + veino globulines + chimiothérapie.

Observation n° 47. — ROC... H., 24 ans.

Sarcome ostéolytique de l'humérus gauche.
Traitement : radiothérapie + veino globulines + chimiothérapie.
Thermovision après traitement : Th 3.

Observation n° 48. — MAU... H., 42 ans.

Synovialosarcome du genou droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : chirurgie + radiothéra pie.

Observation n° 49. — FOU... H., 14 ans.

Sarcome d'Ewing du radius droit.
Traitement radiothérapique.
Thermovision après traitement : Th 4.

Fig. 1. — **Fibrosarcome** de la face antérieure de la jambe **droite** chez un patient traité par « cross-legged » pour une vaste perte de substance après brûlure.

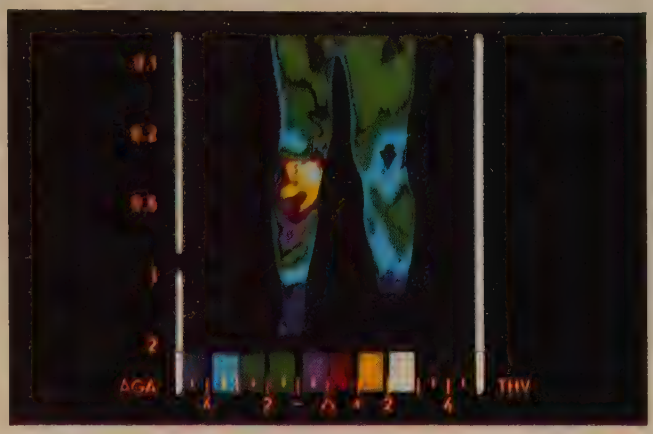

Fig. 2. — **Thermovision :** importante zone chaude débordant les limites de la tumeur palpable, à périphérie irrégulière. Gradient thermique : 6° C. Catégorie **Th 5.**

Fig. 3. — **Fibrosarcome** de la face postérieure de la jambe **gauche** chez le même malade (greffe néoplasique au point de jonction des deux jambes lors du « cross-legged »).

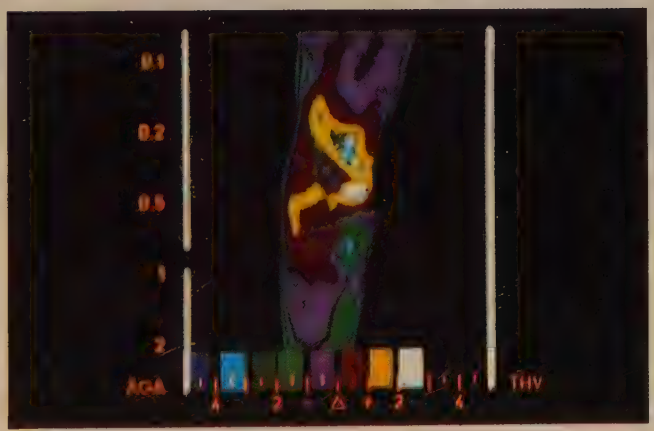

Fig. 4. — **Thermovision :** zone chaude très étendue d'un gradient thermique de 4° C, à périphérie irrégulière, avec vascularisation anarchique. Catégorie **Th 5.**

Fig. 5. — Vaste **réticulosarcome** thoracique postérieur xtériorisé à la peau et ulcéro-nécrotique en surface.

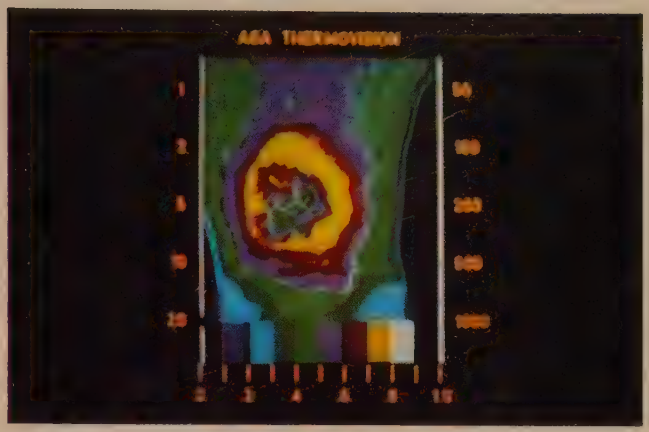

Fig. 6. — **Thermovision :** la zone centrale ulcérée apparaît froide (vert), alors qu'il existe une hyperthermie importante en périphérie (6° C), dont les limites sont irrégulières. Catégorie **Th 5** (image en cocarde).

Fig. 7. — Très volumineux **rhabdomyosarcome** de la égion postéro-latérale gauche du thorax. Lésion pré-ulcérée ar endroits.

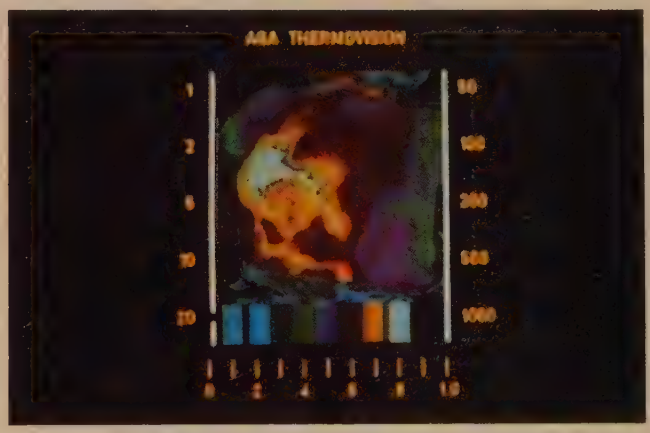

Fig. 8. — **Thermovision :** très vaste hyperthermie (6° C) dépassant largement les limites de la tumeur palpable, avec périphérie très irrégulière et vascularisation anarchique. Catégorie **Th 5.**

Observation n° 50. — TCH... H., 14 ans.

Ostéosarcome de la cinquième vertèbre lombaire.
Traitement : radiothérapie + veinoglobulines + chimiothérapie.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 51. — MAR... F., 7 ans.

Ostéosarcome du fémur droit.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : radiothérapie + veinoglobulines + chimiothérapie.

Observation n° 52. — CUS... H., 49 ans.

Réticulosarcome de Parker et Jackson du fémur gauche.
Traitement : radiothérapie.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 53. — YOU... H., 19 ans.

Ostéosarcome du fémur gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.
Traitement : radiothérapie + veinoglobulines + chimiothérapie.

Observation n° 54. — NEG... H., 18 ans.

Ostéosarcome de la dixième côte gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.

Observation n° 55. — MAU... H., 70 ans.

Ostéochondrosarcome de la hanche droite.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 56. — MIC... H., 44 ans.

Ostéosarcome sacro iliaque gauche.
Thermovision après traitement : Th 5.

Observation n° 57. — LEB... H., 12 ans.

Ostéosarcome du fémur gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.

Observation n° 58. — AMO... H., 29 ans.

Sarcome juxta cortical du fémur gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.

Observation n° 59. — DER... H., 64 ans.

Ostéosarcome de l'humérus droit.
Thermovision avant traitement : Th 4.

Observation n° 60. — ROB... H., 50 ans.

Chondrosarcome de l'aile iliaque gauche.
Thermovision avant traitement : Th 5.

CONCLUSIONS

Entre juin 1970 et juillet 1974, nous avons exploré dans le service de thermovision de l'Institut J.-Paoli - I.-Calmettes, et dans deux cliniques, 37 sarcomes des tissus mous (22 avant traitement et 15 après traitement) et 23 sarcomes osseux (11 avant traitement et 12 après traitement).

Nous avons classé ces sarcomes en 5 catégories thermovisuelles (superposables à celles de Papanicoulaou pour la cytologie) :

— Catégorie Th 1 : la lésion est froide ou isotherme ;

— Catégorie Th 2 : l'élévation de température peut atteindre 1° C ;

— Catégorie Th 3 : le gradient thermique est supérieur à 1° C mais inférieur à 2° C ;

— Catégorie Th 4 : l'augmentation de température atteint ou dépasse 2° C, mais le foyer hyperthermique reste limité à la tumeur ;

— Catégorie Th 5 : le gradient thermique atteint ou dépasse 2° C, la zone chaude déborde les limites cliniques ou radiologiques de la tumeur.

La téléthermographie dynamique, examen anodin, non traumatisant, facilement accepté, apparaît utile :

1. Pour le diagnostic

Sur les 22 sarcomes des tissus mous vus avant traitement :

— 21 fois, l'examen thermovisuel, fait dans le cadre du bilan para-clinique, s'est révélé positif ;

— Une fois, il s'agissait d'un fibrosarcome inguino-abdominal, l'examen thermovisuel fut négatif.

Donc sur les 22 sarcomes des tissus mous, 21 se sont montrés chauds, soit une proportion de 96 %.

Sur les 11 sarcomes osseux vus avant traitement :

— Une fois, l'examen thermovisuel orienta le diagnostic : il existait un Th 5 isolé ;

— Dix fois l'épreuve confirma le diagnostic, suspecté par ailleurs.

Donc sur les 11 sarcomes osseux, 11 fois le thermogramme fut chaud, soit 100 % des cas.

La téléthermovision permet aussi un diagnostic d'extension : la « tumeur » thermovisuelle dépasse souvent les limites de la tumeur clinique ou radiologique, nous révélant parfois le pôle le plus actif de la lésion.

2. Dans le bilan pré-thérapeutique

La téléthermographie dynamique assure une meilleure définition du volume cible à enlever ou à irradier et apporte un élément objectif dans la détermination de la surface d'entrée des champs d'irradiation.

3. Pour la surveillance

La téléthermographie dynamique permet, à distance de l'irradiation, la surveillance des aires traitées.

La persistance ou la réapparition d'un foyer hyperthermique doit inciter à une grande prudence et faire craindre la poursuite évolutive ou la récidive de la tumeur.

Le contrôle post-chirurgical après exérèse large ne permet que des conclusions prudentes.

Enfin l'examen thermovisuel permet un bilan général, à la recherche de localisations métastatiques.

Ainsi la téléthermographie dynamique apporte des éléments pratiques d'un grand intérêt dans la détection, le bilan pré-thérapeutique et la surveillance des sarcomes osseux et des tissus mous.

Mais en raison de la rareté de ces tumeurs, les connaissances de chaque équipe ne peuvent être que fragmentaires ; elles demandent à être étayées par la mise en commun des observations en vue de l'établissement d'une statistique réellement valable.

Lu et approuvé.
Le Président du Jury,

Signé : X. SERAFINO.

Vu,
Marseille, le novembre 1974.

Le Doyen : M. TOGA.

BIBLIOGRAPHIE

1 AARTS N. J. M. — Médisch thermographie. Thèse médecine 1969, Groningen (Hollande).

2 AARTS N. J. — The approach to breast cancer by thermography. Minerva ginec. 23, 341-347. 15 avril 1971.

3 AARTS N. J. — Thermography in malignant and inflammatory diseases of the bones. Bibli. Radiol. 1969, 5, 182-190.

4 ACKERMANN (L. V.), SPUT (H. J.) : Tumors of bone and cartilage. In : At Pas of Tumor Pathology, Sec. II, fasc. 4, Washington D.C., U.S. Armed Forces Institute of Pathologie, 1962, 5-347.

5 ALTSCHULER C. — La téléthermovision des mélanomes malins cutanés. Thèse médecine Marseille 1972.

6 AMALRIC R., CLEMENT R., POLLET J. F., LEVRAUD J. — Place actuelle de la thermovision en carcinologie. Communication à la Société d'Electroradiologie du Sud-Est Méditerranéen. 18 mars 1972.

7 AMALRIC R., SPITALIER J. M. et Coll. — Vers une définition thermovisuelle des cibles en carcinologie. Deuxième séminaire de T.T.D. Bordeaux 1972.

8 AMALRIC R., SPITALIER J. M. et Coll. — Sarcomes des tissus mous et téléthermographie. Troisième séminaire de T.T.D. Bendor 1974.

9 AMALRIC R., SPITALIER J. M. — Les infra-rouges au secours de la clinique. Tor (Merrell Toraude), 1973.

10 AMALRIC R., SPITALIER J. M. — La téléthermographie dynamique en carcinologie clinique. La Nouvelle Presse Médicale, 21 avril 1973.

11 AMBROSI C., TORRESANI J., JOUVE A. — Une nouvelle méthode de thermométrie cutanée : les cristaux liquides. Angéologie, 1970.

12 ANGERVALL L., STENER B. — Clear cell sarcoma of tendons. A study of 4 cases. Acta Path. Microbiol. Scand. 1969, 77, 389-597.

13 ARCHER F. — Utilisation des cristaux liquides en thermographie médicale. Thèse médecine Strasbourg, 1969.

14 ASTHEINER R. W., WORMSER E. M. — High-speed infrared radiometer instrument for thermal photography. J. Optic. Soc. Amer., 1969, 49, 179-184.

15 ATSUMI K. — Clinical use of thermography. Jap. J. Clin. Med., 1969, 27, 2970-2985.

16 AVERY D. G., GOODWIN D. W., RENNIE A. E. — New infra-red detectors using indium antimonide. J. Sci. Instrum., 1957, 34, 394-395.

17 BACLESSE (F.). — Les osteosarcomes des os longs chez les sujets jeunes. Quelques considérations sur le radio diagnostic et le traitement. Brur. Médic., 1952, 32, 50, 2599.

18 BARNES R. B., GERSHON-COHEN J. — Clinical thermography. J. Am. Med. Ass., 1963, 185, 949-952.

19 BARNES R. B. — Thermography of the human body. Science, 1963, 140, 870-877.

20 BARNES R.B., GERSHON-COHEN J., BRUESCHKE E. E., HABERMAN J. D. — Aplication of thermography to clinical medecine. Med. biol., 1964, 111, 14, 175-183.

21 BARNES R. B. — Determination of body temperature by infrared emission. - J. Appl. Physiol., 1967, 22, 1143-1146.

22 BARNES R. B. — Diagnostic thermography. Appl. Optics, 1968, 7, 1673-1685.

23 BELIN J. P. — Rayonnement infra-rouge : étude physique et applications thérapeutiques. Feuillets d'Electroradiol., 1969, 49, 1-9.

24 BERTRAND. — A propos des principales applications médicales de la thermographie. Thèse Nancy, 1969.

25 BIDARD, DELANOE A., LAUGIER P., WEILL F. — Thermography, application to dermatology. Ann. Derm. Syph (Paris), 97, 151-60, 1970.

26 BJORK N. A. — AGA Thermovision, a high speed infra-red camera with instantaneous picture display. J. Radio Electrol., 1967, 48, 30-33.

27 BORG S. B. — Thermal imaging with real time picture presentation. Appl. Optics, 1968, 7, 1967-1703.

28 BOURJAT P. — De la thermographie médicale. Thèse Médecine - Strasbourg, 1966.

29 BOURJAT P., GAUTHERIE M., GROS C. — La thermographie infra-rouge. Feuillets d'électroradiologie, 1969, 44, 1-2.

30 BOUTRY G., JATTEAU M. — Sur la mesure des températures de surface par télévision dans l'infra-rouge. C.R. de l'Acad. Sciences, 1968, tome 266, n° 4, 214-217.

31 BRASFIELD R. D., SHERMAN R. S., LAUGHLIN J. S. — The role of thermography in the diagnosis of cancer. Prog. Clin. Cancer, 1965, 1, 258-263.

32 BRASFIELD R. D., LAUGHLIN J. S., SHERMAN R. S. — Thermography in the management of cancer. Ann. N.Y., Acad. Sciences, 1964, 121-235.

33 BRISSOT J. J., DAUGNET A. — Les détecteurs actuels du rayonnement infra-rouge. Acta Electronica, vol. 5, n° 4, 1961, 459.

34 BROUSSAUD G. RICHARD B. — Intérêt comparé des radiométries I. R. et Hertzienne. Annales de radio-électricité, 1963, t. 18, n° 72.

35 BRUESCHKE E. E., HABERMAN J. D., GERSHON-COHEN J. — Relative densitometric analysis of thermograms for more precise temperature determination. - Ann. N.Y. Acad. Sciences, 1964, 121, art. 1, 80-89.

36 BRUESCHKE E. E., HABERMAN-BRUESCHKE J. D., GERSHON-COHEN J. — Infra-red thermoprofile analysis in clinical medecine. Amer. J. Med. Electronics, 1929, 53, 1-12.

37 BRUESCHKE E. E. — Image analysis of medical thermograms. Investigative Radiol., 1965, 4, 65-69.

38 BUCHMULLER K. et Al. — Principes and types of representation of thermography Radiobiol. Radiother. (Berlin) 1969, 10, 385-394.

39 CADE C. M. — Le Pyroscam, un nouvel auxiliaire pour la recherche médicale. C. R. de la Ve Conférence Inter. de l'Electro. Méd., Liège 1963.

40 CADE C. M. — High speed infra-red thermography. Ann. N.Y. Acad. Sciences, 1964, 121, art. 1, 71-79.

41 CADE C. M. — Principles and practice of clinical thermography. Radiography, 1968, 34, 23-24.

42 CADY B. — Guideliness in the use of cancer detection tests. Surg. Clin. N. Amer, june 1970, 50, 699-711.

43 CAYZAC J. — Problèmes posés par la détection des faibles différences de température en télévision infra-rouge. Acta Electronica, 1965, vol. 9, n° 1, 7-18.

44 CHIGOT P. L., THUILLEUX G. — Sarcomes ostéogéniques, ostéolytiques, ostéoplastiques, ostéo fibrosarcomes. Rev. Prat., 1969, 19, 16, 2397-2412.

45 CHOL G., MARFAING Y., MUNSCH M., THOREL P., COMBETTE P. — Les détecteurs du rayonnement infra-rouge. Monographie de l'action concertée électronique de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique. Dunod Ed., Paris, 1965.

46 CONN G. K. T., AVERY D. G. — Infra-red methods, principles and applications. Academic Press, London, 1960.

47 CORNILLAUT J. — Télévision dans l'infra-rouge dans le domaine spectral situé au voisinage de 4 microns. Acta Electronica, 1963, vol. 7, n° 4, 319-360.

48 CORSON J. H., CRANNELL C. W. — Simple reaction time to cutaneous temperature stimuli. Canada J. Psychol., oct. 1970, 24, 305-310.

49 COSTE G., AMALRIC R., PAOLI J. M. — Aspects techniques de la thermovision. Corse Méditerranée Médicale, 1972, 216, 4-8.

50 CURCIO R. M., HABERMAN J. A. — Infrared thermography. A review of current medical application. Instrumentation and technique. Radiol. Techn., janv. 1971, 42, 233-247.

51 DAUGUET A. — La détection des radiations infra-rouges et ses applications. - Dunod Editeur, Paris, 1964.

52 DARIER et FERRAND M. — Dermatofibromes progressifs et récidivants ou fibro sarcomes de la peau. Ann. Derm. Syph., 1924, 5, 545.

53 DELORME G. — Comparaison entre la thermographie infra-rouge et la thermographie en plaques. Thèse Médecine, Paris IX, Kremlin Bicêtre.

54 DENOIX P., MALAISE E. P., VIGY M. — La cinétique de la croissance tumorale. Concours Méd., juin 1969, 4863-4873.

55 DESVIGNES P. — Problèmes et techniques de la télévision dans l'infra-rouge. Acta Electronica, 1963, vol. n° 7, 295-318.

56 DIBLASIO U. — Thermography. Rass. Int. Clin. Ter., 30 mai 1966, 46, 548-550.

57 DOYOU D. — Thermography. Med. Audiovision, avril-mai 1966, 5, 20-21.

58 DRAPER J. W., BOAG J. W. — The calculation of skin temperature distributions in thermography. Phys. Med. Biol., apr. 1971, 16, 201-211.

59 ELAM D. W., LLOYD WILLIAMS K. — Optical properties of the human epidermis. Nature, 1963, vol. 198, 1, 1001-1003.

60 FARRELL C. B., MANSFIELDS C., WALLACE J. D. — Thermography as an investigative method. Pennsylviana Med., 1968, 71, 38-40.

61 FARRELL C. B., WALLACE J. D., EDEIKEN J. — Thermography and osteosarcoma. Radiology, 1968, 90, 3, 792-793.

62 FERGASON J. L. — Liquid crystals in non destructive testing. Appl. Optics, 1968, 7, 1729-1737.

63 FERGASON J. L. — Liquid crystals. Sci. Amer., 1964, 211, 76-86.

64 FISHGOLD H. — La thermographie médicale. Presse Méd., 1966, 74.

65 FOURNIER A. M. — La thermographie, branche nouvelle de la radiologie. Marseille Médical, 1967, 2, 165-167.

66 GANSEN A. — Medical thermography. Rœntgenpraxis, mai 1971, 24, 97-109.

67 GARUSSI G. — Thermographic investigation in the study of superficial and semisuperficial neoplasic processes. Tumori, mai-juin 1970, 56, 149.

68 GAUTHERIE M. — Etude par thermométrie infra-rouge des propriétés des tissus humains in vivo. Influence de la température et de la vascularisation. Revue Fr. d'Et. Clin. et Biol., vol. 14, n° 19, 1969, 885.

69 GAUTHERIE M. — Aplications des cristaux liquides cholestériques à la thermographie cutanée. J. Physique, 1969.

70 GERSHON-COHEN J. — A short history of medical thermometry. - Ann. N.Y. Acad. Sci., 1964, 121, 4-11.

71 GERSHON-COHEN J., BARNES R. B. — Thermography of human skin. Gevaert Revue, 1965.

72 GERSHON-COHEN J., HABERMAN J. D. — Thermography. Radiology 1964, 82, 280-285.

73 GERSHON-COHEN J., HABERMAN J. D. — Medical thermography. - Amer. J. Roentgen., 1965, 94, 735-740.

74 GERSHON-COHEN J. — Thermography. Pensylvania Med., 1967, 39-42.

75 GHYS R. — Thermographie médicale. Monographie Maloine Editeur, Paris, 1973, 109-178.

76 GRALL et TRICOIRE. — La thermographie cutanée par cristaux liquides d'esters de cholestérol. C.R. Soc. Biol. de Paris, 1967, 161, 1309-1312.

77 GRAVELLE J. H. — Ultrasonography and thermography in medical diagnostic. Trans. Med. Soc., London, 1969, 85, 161-166.

78 GRONIOWSKI J., LESNIEWSKI J. — Medical thermography. Pieleg Poloz, 1970, 8, 4-5.

79 GROS C., VROUSOS C. — Thermographie médicale. Presse Méd., 1966, 74, 2902-2905.

80 GROS C., GAUTHERIE M., BOURJAT P., VROUSOS C. — Aplications médicales de la thermographie infra-rouge. Acta Electronica, 1969, vol. 12, 1, 63-119.

81 GROS C., BOURJAT P., GAUTHERIE M. — L'analyse des isothermes en thermographie médicale. Deuxième Congrès d'Electronique Médicale et Biologique, Nancy, juillet 1969.

82 GROS C., BOURJAT P., GAUTHERIE M., ARCHER F. — Les cristaux liquides en thermographie. Ann. Radiol., 1970, vol. n° 13, 333-342.

83 GROS C., BOURJAT P., GAUTHERIE M., QUENNEVILLE Y. — Applications cliniques des techniques de la thermographie infra-rouge. Onde Electrique, 1970, 50, 5, 450.

84 GUENOT A. — Le sarcome à cellules claires des tendons et des aponévroses. A propos de quatre observations. Thèse Médecine Kremlin-Bicêtre, Paris XI, 1971.

85 HABERMAN J. D., BARNES R. B., GERSHON-COHEN J., BRUESCHKE E. E. — Aplication of thermography to clinical medecine. - Medical and Biological illustration, n° 3, 1964.

86 HANDWELL A. E. — Functional limitations in design of thermal scanning. - J. Radiol. Electrol., 1967, 48, 34.

87 HARDY J. D. — The radiating power of human skin in the infra-red. Amer. J. Physiol., 1939, 127, 454-463.

88 HENSEL H. — Physiologie der thermoreception. - Ergebn. Physiol., 1952, 47, 166-368.

89 HERSTEL W. — La base physique de la thermographie médicale. Ann. Radiol., 1967, 10, 69-72.

90 HODES P. J., WALLACE J. D., DODD G. D. — Thermography. Med. Clin. Amer., 1970, 54, 603-616.

91 HOFFMANN L., DIMATTIA A. — Clinical use of the infra-red thermogram. Arch. Inter. Méd., 1964, 113, 218-224.

92 HUNT P. J. — Thermography in medecine. Dist. Nurs., 1970, 13, 2-4.

93 JACQUOT B. — Le sarcome alvéolaire des parties molles. - Thèse Médecine, Lyon, 1959.

94. JATTEAU M. — Equipement de thermographie infra-rouge destiné aux applications médicales. Techniques Philips, 1969, vol. 2, n° 1, 68-79.

95 JEANNE-GORJU M. — A propos de seize cas d'ostéosarcomes traités au Centre François-Baclesse, à Caen. Thèse Médecine, Paris, 1970.

96 KAZUHICO A. — Infra-red thermography. - Jap. Electronic Engineering (J E E), 1970, 2.

97 LAWSON R. N. — Early application of thermography. Ann. N.Y. Acad. Sciences, 1964, 121, art. 1.

98 LLOYD WILLIAMS K., LLOYD WILLIAMS F., HANDLEY R. S. — Infra-red radiation thermometry in clinical practice. Lancet, 1960, 2, 958.

99 MAC KENNA R. J., SCHWINN C. P., HIGINGOOTHAM N. L. — Sarcoma of the osteogenic series (osteosarcoma, fibrosarcoma, chondrosarcoma, parosteal osteogenic sarcoma, and sarcomata arising from abnormal bone). An. analysis of 552 cases. Journal bone joint Surg., janvier 1966, 48 A, 1-26.

100 MALI J. W. H. — Some physiological aspects of the temperature of the body surface. Bibl. radiol. (Basel), 1969, 5, 8-21.

101 MALLNER L. E. — La thermographie, nouvel instrument précieux de diagnostic. Ronden, n° 9, 1968, 99-192 (Suède).

102 MERLE D'AUBIGNE, MEARY. — Traitement des sarcomes ostéoformateurs et fibrosarcomes. Rev. Chir. Orth., octobre-novembre 1966, 52, 7, 651-662.

103 MONNEROT-DUMAINE. — La thermographie du corps humain. Presse Médic., 1964, 72, 191-192.

104 MORTON G. A. — Infra-red detectors. RCA Review, 1965, 26, 3-21.

105 NICHOLS L. W., LAMAR J. — Conversion of infra-red images to visible in color. Appl. Optics, 1968, 7, 1757-1762.

106 NILS A., BJORK. — Aga Thermovision : A high speed infra-red camera with instantanous picture display. J. Rad. Electro., 1967, 48, 1-2, 55-60.

107 ONAI Y., YAMAZAKI Z., OASHI Y., UCHIDA D. — Thermography. Jap. J. Cancer Clin., sept. 1970, 16, 973-981.

108 OSTERHAMMEL P., BRETLAU P., JORGENSEN M. B. — Thermography (Thermographic registering). Nord Med., sept. 1970, 84, 1188-1189.

109 PATIL K. D. — Clinical thermography. London Clin. Med. J., janv. 1970, 11, 31-42.

110 PLANIOL T., FERREY G., FISHGOLD H. — Essais préliminaires d'une technique thermographique. J. Radio. Electrol., 1967, 48, 41-45.

111 RAVASINI R., MELANOTTE P. L., GRAZIATTI G., OLIVOTTO R., PISTOLESI G. F. — Reperti termografici, radio isotopici ed angiografici nella diagnosi dei tumori ossei maligni primtici e metastatici. Estratto da : « Quaderni di Radiologia ». Nuova serie, 1968, fasc. V, vol. XXXIII.

112 RIOPELLE J. L., THERIAULT J. P. — Sur une forme méconnue de sarcome des parties molles : le rhabdomgosarcome alvéolaire. Ann. Anat. Pathol., 1956, t. 1 (nouvele série), n° 1, 88-111.

113 RODIUKOWA E. N., KAMENSKATA V. V., SAVELEV V. I., RONCHINA S. D., NOVIKOV V. D. — Thermistography and immunomorphologic study in bone homoplaty. Orthop. Traum. Protez., oct. 1970, 31, 24-27.

114 ROSS F.G.M. — Osteogenic Sarcoma. Brit. J. Radiol., 1964, 37, 259-276.

115 SKOLE R. — Thermovision "Heat picture" on an oscilloscope screen. Medical Electronics, 26 juillet 1965.

116 SMOLLET M. — The properties and performances of some infra-red modern radiation detectors. Infra-red Physiol., 1968, vol. 8, 3-7.

117 SPITALIER J. M., AMALRIC R., AYME Y., BRANDONNE H. — Indications de la thermovision en carcinologie. Corse Méditerranée Méd., 1972, 216, 9-12.

118 STAR I.V.D. — The history of thermometry in medecine. Bibl. Radiol. (Basel), 1969, 5, 1-7.

119 STOLL A. M. — Technique and use of skin temperature measurement. - Ann. N.Y. Acad. Sciences, 1964, 121, 49-56.

120 TRICOIRE J. — La thermographie enplaque. Technique nouvelle d'utilisation des cristaux liquides. Presse Méd., 1970, 78, 2, 481.

121 TRIFFAUD A., MEARY R. — Pronostic et traitement des sarcomes ostéogéniques. Rev. Prat., 1970, 22, 1050-1072.

122 UMEK H., CZITOBER H., MEIXNER M., STRASSL R. — Activity assessment of fibrous bone dysplasia using scintigraphy and thermography. Nucl. Med. (Stuttg.) 30 oct. 1971, 10, 276-285.

123 WAARD R., WORMSER E. M. — Description and properties of various thermal detectors. Proc. JRE, 1969, 47, 1508-1513.

124 WACKENHEIM A. — Thermography. Prog. Brain Research, 1968, 30, 227-230.

125 WATMOUGH D., OLIVIER R. — Some physical Factors relevant to infra-red thermography. Phys. Med. Biol., janv. 1970, 15, 178.

126 WILLIAMS K. L. — Infra-red thermography as instrument of medical research. Med. and. Biol. Illustr., 1964, 99-112.

127 WILLIAMS K.L., WILLIAMS F.J., HANDLEY R. S. — Infra-red radiation thermometry in clinical practice. Lancet, 1960, 2, 958-959.

128 WOODHEAD G. S., VARRIER JONES P. — Clinical thermometry. Lancet, 1916, 1, 173.

129 WORMSER E. M. — Properties of thermistor infra-red detectors. - J. Opt. Soc. Amer., 1953, 43, 15-21.

130 WUNDERLICH C. A. — On the temperature in diseases : a manual of medical thermometry. London, the New Sydenham Soc., 1871.

131 WURTZ P. — Thermographe médical. Acta Electronica, vol. 12, 1969, 339.

132 YOUNG G. B. — Thermography. Proc. Roy. Soc. Med., 1968, 61, 264.

133 ZERMENO A., MARSH L. M., DODD G. D. — Design trands in medical thermography. Phys. Med. Biol., jan. 1970, 15, 179.

134 WARBUR O. — Science, 1956, 123, 309.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate.

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qu'il s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à des promesses.

Que je sois couvert d'opprobe et méprisé de mes confrères si j'y manque.